

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Attorney Docket No. 249/443

In re patent application of

Hyung-sok YEO, et al.

Group Art Unit: (Unassigned)

Serial No. (Unassigned)

Examiner: (Unassigned)

Filed: Concurrently

For: METHOD AND APPARATUS FOR EVALUATING HUMAN STRESS USING
PHOTOPLETHYSMOGRAPHY

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA. 22313-1450

Sir:

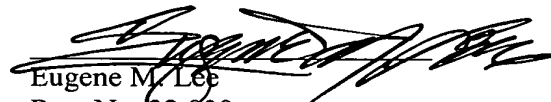
The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Korean Application No. 2003-4256, filed January 22, 2003.

Respectfully submitted,

January 21, 2004
Date


Eugene M. Lee
Reg. No. 32,039
Richard A. Sterba
Reg. No. 43,162

LEE & STERBA, P.C.
1101 Wilson Boulevard Suite 2000
Arlington, VA 20009
Telephone: (703) 525-0978



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0004256
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 01월 22일
Date of Application JAN 22, 2003

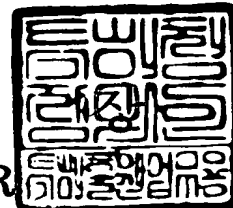
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 02 월 07 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0018
【제출일자】	2003.01.22
【국제특허분류】	A61B
【발명의 명칭】	용적맥파를 이용한 인체 안정도 평가방법 및 장치
【발명의 영문명칭】	Method and apparatus for evaluating human stress using PPG
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-003435-0
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2003-003436-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	여형석
【성명의 영문표기】	YE0,Hyung Sok
【주민등록번호】	691002-1090715
【우편번호】	440-301
【주소】	경기도 수원시 장안구 정자1동 백설마을 코오롱아파트 583동 903호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이정환
【성명의 영문표기】	LEE, Jeong Whan
【주민등록번호】	681102-1038018

【우편번호】	442-400
【주소】	경기도 수원시 팔달구 망포동 벽산아파트 114동 1502호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	윤길원
【성명의 영문표기】	Y00N,Gil Won
【주민등록번호】	550427-1000813
【우편번호】	133-767
【주소】	서울특별시 성동구 옥수2동 현대아파트 104동 601호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	황현태
【성명의 영문표기】	HWANG,Hyun Tai
【주민등록번호】	731121-1117216
【우편번호】	608-044
【주소】	부산광역시 남구 문현4동 335-31
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 이해영 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	18 면 18,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	19 항 717,000 원
【합계】	764,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

용적맥파를 이용한 인체 안정도 평가방법 및 장치가 개시된다. 용적맥파를 이용한 인체 안정도 평가방법은 (a) 맥동성분의 진폭, 피크간 간격 및 기저선 분산범위를 포함하는 PPG 파라미터를 정의하는 단계, (b) 측정하고자 하는 혈액성분과 반응하는 적어도 하나 이상의 파장의 광을 측정대상체에 조사하고, 상기 측정대상체로부터 PPG 신호를 소정의 단위시간동안 측정하는 단계, 및 (c) 상기 (a) 단계에서 정의된 PPG 파라미터에 근거하여, 상기 PPG 신호의 측정시간의 장단에 따라서 장기 테스트와 단기 테스트로 분리 실시하여 분리실시하여 획득한 스트레스 인덱스를 이용하여 인체의 안정도를 평가하는 단계를 포함한다.

【대표도】

도 5

【명세서】**【발명의 명칭】**

용적맥파를 이용한 인체 안정도 평가방법 및 장치{Method and apparatus for evaluating human stress using PPG}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 PPG 신호에서 맥동성분과 피크간 간격을 설명하는 그래프,

도 2a 및 도 2b는 PPG 신호에서 기저선 분산범위를 설명하는 그래프,

도 3a 및 도 3b는 안정시와 스트레스시 PPG의 변화를 나타낸 그래프,

도 4는 도 3a 및 도 3b에 도시된 PPG를 1차 미분한 그래프,

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 용적맥파를 이용한 인체 안정도 평가방법을 설명하는 흐름도,

도 6은 도 5에 있어서 파라미터 정의단계에서 정의되는 파라미터를 설명하는 그래프,

도 7a 및 도 7b는 도 5에 있어서 PPG 데이터 획득단계에서 사용되는 PPG 측정장치의 예를 도시한 도면,

도 8a 및 도 8b는 도 7a 및 도 7b에 도시된 PPG 측정장치의 적용 예를 설명하는 도면,

도 9는 도 5에 있어서 분석단계의 세부적인 흐름도,

도 10은 도 5의 디스플레이단계에 있어서 스트레스 정도의 분포에 따른 스트레스 표시 예를 나타낸 도면,

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 용적맥파를 이용한 인체 안정도 평가장치의 구성을 나타낸 블록도이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <12> 본 발명은 인체 안정도 평가에 관한 것으로서, 특히 용적맥파 (PhotoPlethysmoGraphy, 이하 PPG라 칭함)를 이용하여 피검자의 스트레스 정도, 즉 안정도를 평가하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.
- <13> 지금까지 의료진단 분야에서는 PPG를 이용하여 심혈관계의 질환 유무를 판정하거나, 질환의 진행정도 또는 혈관의 경도 등을 파악하려는 다양한 시도가 진행되어 왔다. PPG란 발광부의 광원으로부터 인체의 특정 부위에 특정 파장의 빛을 조사한 후 조사 부위를 투과한 빛의 광량신호를 말한다. PPG를 이용하는 기술들을 살펴보면, 그 목적은 주로 동맥혈관과 관련하여 환자의 생리상태를 파악하는 것이지만, 특정 질환을 대상으로 하는 진단보조수단으로 주로 사용되는 것이다.
- <14> 예를 들어, USP 5830131호에서는 환자의 생리학적 파라미터에 대한 교정 신호(calibration signal)를 제공하도록 구성함으로써 환자의 생리 상태(physiological condition)를 결정할 수 있는 모니터를 개시한다. 여기서는 혈액파라미터(hemoparameter)로서 압력, 흐름, 부피, 속도, 혈관벽의 움직임, 혈관벽의 위치 등과 같이 혈관과 관련된 생리학적 파라미터들을 이용하고, 수집된 PPG 파형의 특성과 생리학적

파라미터간 상관관계를 결정하기 위한 프로세서를 구성하고, 이를 통하여 동맥혈관의 탄성, 두께, 경화정도, 동맥혈관벽의 컴플라이언스(compliance) 등을 결정한다.

<15> USP 6340346호에서는 임신부로부터 ECG, BP, PO₂, PCO₂, 혈액 흐름(PPG에 해당), 혈류 속도, 혈액 부피(blood volume), 열지표(thermal index), 호흡(respiration) 등을 측정하고, 이들의 변화를 근거로 박스-젠킨스 모델(Box-Jenkins model) 식에 의해 태아의 상태를 유추해 낼 수 있는 방법을 개시한다. USP 6117075호에서는 수술시 환자의 마취심도를 측정하기 위해 손가락의 PPG 및 SKT(SKin Temperature) 데이터를 수집하고, 이를 일정구간의 주파수 대역으로 구분한 후, 그 변이정도에 대하여 스펙트럼 분석과 일치성 평가를 수행하는 방법과 장치를 개시한다.

<16> 한편, 인체의 쾌적감, 안정도, 혹은 스트레스를 평가하기 위하여 인체가 반응하는 다양한 형태의 생체신호를 이용하는 많은 방법들이 제안되고 있다. 이러한 방법들은 적어도 두가지 이상의 생체신호를 근거로 하여 인체의 스트레스, 쾌적감 정도를 평가하고 측정한다. 즉, 인체를 대상으로 그 상태를 평가하거나 지속적인 모니터링을 수행하기 위하여 ECG, EEG, EMG, PPG, GSR, SKT 등의 다양한 생체신호를 수집 및 분석한다.

<17> 예를 들면, 일본특허공개번호 2000-116614호에서는 장갑에 피부온도 계측용 온도센서와 피부 임피던스 계측용 전극, 맥파측정용 LED 포토 트랜지스터의 배열을 구비하고, 맥파 검출회로, 온도 검출회로, 피부임피던스 검출회로를 이용하여 얻어진 맥파, 피부온도, 피부임피던스를 계측제어 CPU로 입력하고, 이들의 변화로부터 쾌적감을 평가하는 방법과 장치를 개시한다. 또한, 일본특허공개번호 1997-294724호에서는 적외선 온도센서 장치를 이용하여 피검자의 손, 발등의 말초부와 체간부 피부온도차를 측정하여 스트레스 정도를 추정하고, 그 값을 피검자에게 피드백 시켜주는 장치를 개시한다.

<18> 이러한 종래기술은 생체신호를 다양하게 수집함으로써 그 분석 결과의 신뢰도를 향상시킬 수는 있으나 구성 시스템이 방대해지는 동시에, 피검자에게도 여러 제약조건이 따르므로 측정 자체가 피검자에게 스트레스 환경으로 작용하는 단점이 크게 지적되고 있다. 또한, PPG를 얻기 위하여 주로 손가락으로부터 측정이 이루어지고 있으므로 손가락에서 측정이 가능한 장갑형이나 기타 손가락 접촉식의 측정장치를 구성함으로써 PC 작업을 수행하거나 기타 손을 사용하는 작업을 수행할 경우 여러 제약조건이 따르는 단점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<19> 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 용적맥파(PPG)의 맥동성분의 진폭, 기저선 변동, 및 심박동에 의거하여 발생하는 PPG의 피크간 간격(Peak to Peak Interval)의 변이를 이용하여 피검자의 스트레스 정도 즉, 안정도를 평가하기 위한 방법 및 장치를 제공하는데 있다.

<20> 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명에 따른 용적맥파를 이용한 인체 안정도 평가방법은 (a) 맥동성분의 진폭, 피크간 간격 및 기저선 분산범위를 포함하는 PPG 파라미터를 정의하는 단계; (b) 측정하고자 하는 혈액성분과 반응하는 적어도 하나 이상의 파장의 광을 측정대상체에 조사하고, 상기 측정대상체로부터 PPG 신호를 소정의 단위시간동안 측정하는 단계; 및 (c) 상기 (a) 단계에서 정의된 PPG 파라미터에 근거하여, 상기 PPG 신호의 측정시간의 장단에 따라서 장기 테스트와 단기 테스트로 분리 실시하여 분리 실시하여 획득한 스트레스 인덱스를 이용하여 인체의 안정도를 평가하는 단계를 포함한다.

- <21> 상기 (c) 단계는 단기 또는 장기테스트인 경우 (c1) 상기 측정시간에 대하여 상기 맥동성분의 진폭평균값을 구하는 단계; (c2) 상기 측정시간에 대하여 상기 기저선 분산 범위와 상기 맥동성분의 진폭평균값을 비교하는 단계; 및 (c3) 상기 (c2) 단계에서의 비교결과, 상기 기저선 분산범위와 상기 맥동성분의 진폭평균값과의 관계에 따라서 상대적인 스트레스 인덱스를 산출하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- <22> 상기 (c) 단계는 단기테스트인 경우 (c1) 상기 측정시간에 대하여 상기 피크간 간격의 평균값을 구하는 단계; (c2) 상기 측정시간내의 전체 피크간 간격의 수에 대하여, 상기 피크간 간격의 평균값보다 작은 피크간 간격의 수와 상기 피크간 간격의 평균값보다 큰 피크간 간격의 수를 계수하는 단계; (c3) 상기 피크간 간격의 평균값보다 큰 피크간 간격의 수와 상기 피크간 간격의 평균값보다 작은 피크간 간격의 수의 관계에 따라서 상대적인 스트레스 인덱스를 산출하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다. 한편, 상기 (c) 단계는 장기테스트인 경우 (c1) 상기 측정시간에 대하여 포함된 전체 펄스에 대하여 상기 피크간 간격을 구하는 단계; (c2) 상기 전체 피크간 간격에 대하여 소정 단위로 소정 갯수의 데이터군을 형성하는 단계; (c3) 상기 형성된 데이터세트의 수에 따라서 소정의 통계적인 방법을 실시하는 단계; 및 (c4) 상기 (c3) 단계의 실시결과 도출되는 p 값의 크기에 따라서 인체의 스트레스 인덱스를 산출하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- <23> 상기 (c) 단계는 단기테스트인 경우 (c1) 상기 측정시간에 대하여 상기 맥동성분의 진폭평균값을 구하는 단계; (c2) 상기 측정시간내의 전체 맥동성분의 진폭평균값의 수에 대하여, 상기 맥동성분의 진폭평균값보다 작은 진폭평균값의 수와 상기 맥동성분의 진폭평균값보다 큰 진폭평균값의 수를 계수하는 단계; (c3) 상기 맥동성분의 진폭평균

값보다 큰 진폭평균값의 수와 상기 맥동성분의 진폭평균값보다 작은 진폭평균값의 수의 관계에 따라서 상대적인 스트레스 인덱스를 산출하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다. 한편, 상기 (c) 단계는 장기테스트인 경우 (c1) 상기 측정시간에 대하여 포함된 전체 펄스에 대하여 상기 맥동성분의 진폭을 구하는 단계; (c2) 상기 전체 맥동성분의 진폭에 대하여 소정 단위로 소정 갯수의 데이터군을 형성하는 단계; (c3) 상기 형성된 데이터세트의 수에 따라서 소정의 통계적인 방법을 실시하는 단계; 및 (c4) 상기 (c3) 단계의 실시결과 도출되는 p 값의 크기에 따라서 인체의 스트레스 인덱스를 산출하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

<24> 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명에 따른 용적맥파를 이용한 인체 안정도 평가장치는 측정하고자 하는 혈액성분과 반응하는 적어도 하나 이상의 파장의 광을 측정대상체에 조사하고, 상기 측정대상체로부터 PPG 신호를 소정의 단위시간동안 측정하는 PPG 신호를 측정하는 PPG 측정부; 상기 PPG 측정부로부터 제공되는 PPG 신호를 일정한 레벨로 증폭시킨 다음 필터링하여 잡음 성분을 제거하는 증폭 및 필터링부; 및 맥동성분의 진폭, 피크간 간격 및 기저선 분산범위를 포함하는 PPG 파라미터를 정의하고, 정의된 PPG 파라미터에 근거하여, 증폭 및 필터링부로부터 제공되는 상기 PPG 신호의 측정시간의 장단에 따라서 장기 테스트와 단기 테스트로 분리실시하여 획득한 스트레스 인덱스를 이용하여 인체의 안정도를 평가하는 신호처리부를 포함한다.

【발명의 구성 및 작용】

<25> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 일실시예에 대하여 상세히 설명하기로 한다.

<26> PPG에는 말초혈관의 수축정도와 심박출량의 증감에 대한 정보가 반영되고, 이러한 말초혈관의 수축과 심박출량 증감은 심근 활동을 조절하는 자율신경계에 의해 지배된다. 예를 들어, 외부 자극에 의해 교감신경이 흥분하게 되면 심박수(Heart Rate, HR)와 자극 전도 속도가 빨라지거나 흥분성이 증가되며, 수축력이 향진되는 등 심장기능을 촉진시킨다. 심박수란 심장이 1분간에 박동하는 수를 지칭하며 BPM(beat per minute)으로 표시한다. 일반적으로 정상 성인의 경우 60~ 90 BPM 정도이다. 심박수는 운동, 정신적인 흥분, 발열이 있을 때 증가하며 수면시에 감소한다. 즉, 교감신경의 흥분이 진행되면 심박수의 증가로 인하여 PPG의 피크간 간격(Peak-to-Peak Interval)이 작아지고, 말초혈관의 수축에 따른 PPG의 맥동성분의 진폭이 감소한다.

<27> 한편, PPG에서 기저선 변동은 불규칙한 심호흡에 의해서 야기되거나 피검자가 안정을 취하지 못한 상태의 기타 동잡음에 의해서 야기된다. 호흡이 진행되는 동안 심박수의 변화를 살펴보면, 흡식에서는 동방결절의 활동이 촉진되어 심박수가 증가하고, 호식에서는 심박수가 감소함으로써 PPG의 기저선 변동에 동반하여 피크간 간격 역시 증감을 반복하게 되며, 교감신경의 촉진정도에 따라 그 정도와 양상이 다양하게 전개된다.

<28> 도 1은 피검자로부터 수집된 PPG에서 맥동성분과 피크간 간격을 설명하기 위한 그래프로서, 해당 펄스마다 관찰되는 최저점에서부터 최고점까지의 높이를 맥동성분의 진폭(11)이라 하고, 인접한 최고점간 거리를 피크간 간격(13)이라 한다.

<29> 도 2a 및 도 2b는 PPG 신호에서 기저선 분산범위를 설명하는 그래프로서, 기저선 분산범위는 수집된 전체 데이터에 대하여 가장 큰 최고점값과 가장 낮은 최고점값의 차로 나타난다. 기저선 분산범위는 PPG의 기저선 변동정보를 반영하며, 도 2a에 도시된 바와 같이 호흡이 불안하거나 기타 동잡음이 발생하는 경우의 기저선 분산범위(21)는

도 2b에 도시된 바와 같이 호흡이나 자세가 안정된 경우의 기저선 분산범위(23)보다 더 큰 것을 알 수 있다. 이는 호흡이 안정되거나 자세가 안정된 경우의 기저선 변동이 더욱 안정적인 경향으로 나타남을 의미한다.

<30> 도 3a 및 도 3b는 각각 스트레스시와 안정시의 PPG의 변화를 나타낸 그래프로써, 스트레스시의 맥동성분의 진폭(31)은 안정시의 맥동성분의 진폭(35)보다 작고, 스트레스시의 기저선 분산범위(33)는 안정시의 기저선 분산범위(37)보다 큰 것을 알 수 있다.

<31> 도 4는 맥동성분의 진폭변화를 좀 더 자세히 비교하기 위하여 각 경우의 PPG에 대하여 1차 미분을 취한 파형을 도시한 것으로서, 1차 미분을 통하여 PPG의 직류성분을 제거함으로써 맥동성분만을 쉽게 비교할 수 있다. 도 4를 살펴보면, 스트레스시의 맥동성분이 안정시의 맥동성분에 비해 진폭이 감소하였음을 볼 수 있다.

<32> 다음, 도 4에 도시된 바와 같이 스트레스시와 안정시의 각 경우에 대한 PPG의 맥동성분의 진폭 평균값(AC mean)이 통계적으로 유의한 차이를 보이는지 검증하기 위하여 5명의 피검자를 대상으로 반복 실험을 실시하였다. 이때, PPG 수집을 위한 광원은 그 중심파장이 500 ~ 1000 nm 범위에 존재하는 특정한 다섯개의 파장을 선정하고, 이를 각각 AC1, AC2, AC3, AC4, AC5로 정의하였다. 그리고, 다섯개의 파장에 대하여 PPG 데이터를 수집한 후, 이들에 대한 맥동성분의 진폭값들을 추출하여 데이터 세트를 구성하고 스트레스 상태와 안정 상태에 있는 두 집단의 데이터에 대한 대응 t 검증(paired t-test)을 수행하였으며, 그 결과는 표 1에 나타난 바와 같다.

<33>

【표 1】

피검자	파장	스트레스시(stress)		안정시(resting)		p 값
		AC mean	AC sd	AC mean	AC sd	
대상#1-1	AC1	134.77	12.28	144.21	13.00	0.005
	AC2	90.87	10.79	96.59	7.57	0.026
	AC3	132.79	17.03	138.82	10.05	0.071
	AC4	127.44	13.02	133.26	7.32	0.034
	AC5	130.33	13.54	138.95	10.60	0.013
대상#1-2	AC1	125.79	15.23	150.34	12.95	0.000
	AC2	86.37	16.10	90.63	9.18	0.175
	AC3	120.11	15.68	140.79	11.52	0.000
	AC4	112.87	14.43	138.97	11.59	0.000
	AC5	119.08	17.18	134.24	11.41	0.000
대상#1-3	AC1	139.44	16.15	153.51	14.03	0.001
	AC2	88.37	11.37	93.98	11.05	0.046
	AC3	131.61	15.44	142.15	14.00	0.007
	AC4	130.27	13.80	138.39	13.17	0.025
	AC5	125.54	15.64	135.68	14.03	0.015
대상#2-1	AC1	178.29	13.10	198.26	15.97	0.000
	AC2	117.74	12.52	133.43	11.39	0.000
	AC3	178.06	12.22	200.23	16.23	0.000
	AC4	164.23	10.97	183.40	12.21	0.000
	AC5	170.83	12.09	193.03	13.68	0.000
대상#2-2	AC1	198.32	14.18	210.62	10.44	0.000
	AC2	135.21	11.01	140.71	7.61	0.019
	AC3	200.35	14.59	207.94	14.29	0.044
	AC4	186.15	13.99	191.62	11.97	0.101
	AC5	189.65	12.92	196.71	10.13	0.022
대상#2-3	AC1	198.50	12.95	216.38	12.56	0.000
	AC2	135.21	9.78	145.41	8.17	0.000
	AC3	199.41	11.91	215.12	13.34	0.000
	AC4	183.85	10.91	193.00	13.29	0.003
	AC5	187.68	10.63	198.74	12.23	0.000

<34>	대상#3-1	AC1	227.79	16.70	241.21	15.79	0.002
		AC2	138.45	12.27	154.89	13.15	0.000
		AC3	217.03	14.69	226.55	13.89	0.013
		AC4	214.05	16.28	232.00	15.69	0.000
		AC5	206.87	15.39	219.47	15.93	0.002
	대상#3-2	AC-1	212.59	15.42	220.76	12.48	0.019
		AC-2	137.43	13.93	145.35	11.93	0.004
		AC-3	205.27	16.48	210.51	15.60	0.127
		AC-4	208.41	13.57	214.19	11.94	0.028
		AC-5	198.89	13.92	204.73	15.79	0.041
	대상#4-1	AC-1	478.58	19.78	529.92	23.33	0.000
		AC-2	232.83	14.10	274.23	15.89	0.000
		AC-3	392.63	19.03	451.33	21.58	0.000
		AC-4	470.93	23.90	527.45	22.12	0.000
		AC-5	466.33	20.28	526.83	24.48	0.000
	대상#5-1	AC-1	462.78	24.58	482.96	28.65	0.017
		AC-2	246.89	15.20	262.93	15.77	0.005
		AC-3	406.41	20.62	428.19	24.95	0.005
		AC-4	440.15	18.61	459.81	21.70	0.005
		AC-5	390.70	20.55	410.78	24.24	0.012
	대상#5-2	AC-1	484.04	17.10	513.68	14.69	0.000
		AC-2	260.68	16.83	290.86	14.89	0.000
		AC-3	428.50	17.03	451.71	18.41	0.000
		AC-4	462.32	14.71	486.79	15.95	0.000
		AC-5	414.18	16.22	434.07	13.09	0.000
	대상#5-3	AC-1	417.52	34.39	468.62	24.36	0.000
		AC-2	222.72	20.10	263.38	18.11	0.000
		AC-3	366.83	28.67	414.86	20.27	0.000
		AC-4	395.03	32.38	443.62	21.24	0.000
		AC-5	365.38	27.06	405.90	16.92	0.000

<35> 표 1을 참조하면, 두 집단간 비교시 p 값이 0.05보다 작은 경우, 즉 통계적으로 유의한 차이가 있다고 판단되는 경우가 대부분이었으며, 그렇지 않은 경우에도 진폭 평균 값을 살펴보면 스트레스시가 안정시보다 작은 값을 관찰할 수 있다.

<36> 다음 표 2는 본 발명에서 정의하는 PPG의 파라미터와 피검자의 스트레스상태 및 안정상태에 관한 관계를 정리한 것이다.

<37> 【표 2】

PPG 파라미터	맥동성분 진폭	피크간 간격(PPI)	기저선 분산범위
긴장, 스트레스			
호흡, 불안정	↓	↓	↑
호흡안정	↑	↑	↓

<38> 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 용적맥파를 이용한 인체 안정도 평가방법을 설명하는 흐름도로서, 파라미터 정의단계(51 단계), PPG 데이터 수집단계(53 단계), 필터링단계(55 단계), 분석단계(57 단계) 및 디스플레이단계(59 단계)로 이루어진다.

<39> 도 5를 참조하면, 51 단계에서는 도 6에 도시된 바와 같이 본 발명에서 적용되는 PPG 파라미터를 정의한다. 도 6을 참조하면, 맥동성분의 진폭(61)은 해당 펄스의 최고점과 최저점의 차이로 정의한다. 맥동성분의 진폭(61)과 관련하여 맥동성분의 진폭평균값 및 소정의 단위시간에서의 전체 맥동성분의 수를 정의하며, 전체 맥동성분의 수에서 맥동성분의 진폭평균값보다 작은 맥동성분의 수를 'Small AC Count'라 정의하고, 전체 맥동성분의 수에 대한 'Small AC Count'의 비를 'Small AC Count %'로 정의한다. 한편, 100에서 'Small AC Count %'를 뺀 값을 'Large AC Count %'로 정의한다.

<40> 다음, i번째 피크간 간격(PPI(i), 63)은 i번째 최고점(P(i))과 인접한 (i+1)번째 최고점(P(i+1)) 간의 시간간격으로 정의하며, i번째 최고점(P(i))의 데이터 인덱스와 (i+1)번째 최고점(P(i+1))의 데이터 인덱스의 차를 구하고, 그 값에 샘플링 레이트를 곱하여 시간의 값으로 구한다. 예를 들어 P(i)의 데이터 인덱스가 i(n)이고, P(i+1)의 데이터 인덱스가 i(n+k)이면, 이 때의 PPI(i)는 다음 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

<41> [수학식 1]

<42>
$$PPI(i) = [i(n+k) - i(n)] \times \text{샘플링 레이트}$$

- <43> 피크간 간격(63)과 관련하여 피크간 간격의 평균값 및 소정의 단위시간에서의 전체 피크간 간격의 수를 정의하며, 전체 피크간 간격의 수에서 피크간 간격의 평균값보다 작은 피크간 간격의 수를 'Fast PPI Count'라 정의하고, 전체 피크간 간격의 수에 대한 'Fast PPI Count'의 비를 'Fast PPI Count %'로 정의한다. 한편, 100에서 'Fast PPI Count %'를 뺀 값을 'Slow PPI Count %'로 정의한다.
- <44> 다음, 기저선 분산범위(65)는 단위시간당 수집된 전체 PPG 데이터의 최고점 중 최대값을 갖는 최고점(P_{\max})과 최소값을 갖는 최고점(P_{\min})을 구하고, 그 차이로 정의한다.
- <45> 다시 도 5로 돌아가서, 53 단계에서는 소정의 단위시간을 설정하고, 단위시간동안 PPG 데이터를 수집한다. 이를 위하여 도 7a 또는 도 7b에 도시된 바와 같은 PPG 측정장치를 이용한다.
- <46> 도 7a는 투과형 PPG 측정장치를 도시한 것으로서, 광원을 조사하는 발광소자(71)를 구비한 발광부(72)와 측정 대상체(73)를 투과한 빛을 검출하는 수광소자(74)를 구비한 수광부(75)로 이루어지며, 발광부(72)와 수광부(75)가 구조적으로 서로 연결되는 'ㄷ'자 형태를 갖는다. 도 7b는 반사형 PPG 측정장치를 도시한 것으로서, 광원을 조사하는 발광소자(76) 및 측정 대상체(73)로부터 반사된 빛을 검출하는 수광소자(77)를 구비한 발광/수광부(78)로 이루어지며, 발광/수광부(78)와 측정 대상체 지지대(79)가 구조적으로 연결된 'ㄷ'자 형태를 갖는다. 도 7a 및 도 7b에 도시된 PPG 측정장치(81)는 도 8a 또는 도 8b에 도시된 바와 같이 인체의 어느 부위, 예를 들면 귀(83), 손가락(85) 또는 발가락 등에서도 사용할 수 있다.

- <47> 즉, 53 단계는 상기한 PPG 측정장치(81)를 이용하여 인체의 측정대상체(73)에 특정 파장의 빛을 조사한 다음, 측정대상체(73)로부터 반사되거나 또는 투과된 빛을 검출함으로써 수행된다. 이때 발광부(72,78)에서 사용하는 광원은 그 파장 대역으로 측정용도에 적합한 특정 파장 대역, 예를 들면 500nm ~ 1000nm 을 사용할 수 있으며, 단일 파장 또는 두개 이상의 파장으로 구성할 수 있다. 데이터 샘플링 주파수는 PPG의 최고 주파수를 감안하여 에일리어싱 현상이나, 원 신호를 왜곡하는 현상이 일어나지 않는 범위의 적정 주파수로 선정한다. 데이터 샘플링시간은 기본적으로 최소 30초 이상으로 정의할 수 있으나, 측정 용도에 맞게 임의로 정의할 수도 있다.
- <48> 다시 도 5로 돌아가서, 55 단계에서는 상기 53 단계에서 수집된 PPG 데이터의 고주파 노이즈를 제거하기 위하여 저역통과필터링을 수행한다. 이때, 10 Hz의 컷오프 (cut-off) 주파수를 갖는 저역통과필터를 설계하여 적용할 수 있다.
- <49> 57 단계에서는 상기 51 단계에서 정의된 PPG 파라미터를 이용하여 상기 55 단계에서 필터링된 PPG 데이터를 분석하여 피검자의 스트레스 인덱스를 계산한다. 57 단계에 대하여 도 9를 참조하여 좀 더 세부적으로 설명하면 다음과 같다.
- <50> 도 9를 참조하면, 91 단계에서는 기저선 분산범위를 맥동성분의 진폭평균값과 비교하여 스트레스 인덱스(SI)를 구한다. 예를 들어, 다음 표 3의 조건식에 따라 스트레스 인덱스 군을 8개 클래스로 분류하고, 비교 대상의 데이터군이 8개 클래스중 특정 클래스의 조건식을 만족하면 해당 조건에 따라 스트레스 인덱스를 가감한다. 이때 구하여진 스트레스 인덱스를 SI_1이라 정의하고, 최대 100을 초과하지 않도록 한다.

<51>

【표 3】

클래스	조 건	스트레스 인덱스
A	맥동성분 진폭평균값*3 ≤ 기저선 분산범위	SI = SI - 20
B	맥동성분 진폭평균값*3 < 기저선 분산범위	SI = SI + 5
C	맥동성분 진폭평균값*4 < 기저선 분산범위	SI = SI + 15
D	맥동성분 진폭평균값*5 < 기저선 분산범위	SI = SI + 20
E	맥동성분 진폭평균값*6 < 기저선 분산범위	SI = SI + 30
F	맥동성분 진폭평균값*7 < 기저선 분산범위	SI = SI + 40
G	맥동성분 진폭평균값*8 < 기저선 분산범위	SI = SI + 50
H	맥동성분 진폭평균값*9 < 기저선 분산범위	SI = SI + 60

<52> 다음, 93 단계에서는 피크간 간격의 평균값을 기준으로 하는 'Fast PPI Count %'를 계산하여 'Fast PPI Count %'가 일정 범위내에 존재하는지를 비교하여 스트레스 인덱스를 구한다. 예를 들어, 다음 표 4의 조건식에 따라 스트레스 인덱스 군을 3개 클래스로 분류하고, 비교 대상의 데이터군이 3개 클래스 중 특정 클래스의 조건식을 만족하면 해당 조건에 따라 스트레스 인덱스를 가감한다. 이때 구하여진 스트레스 인덱스를 SI_2이라 정의하고, 최대 100을 초과하지 않도록 한다.

<53> 【표 4】

클래스	조 건	스트레스 인덱스
A	fast PPI count % ≤ 50	SI = SI - 20
B	50 < fast PPI count % ≤ 60	SI = SI + 15
C	60 < fast PPI count %	SI = SI + 35

<54> 한편, PPG 데이터의 수집시간이 다소 길어지면 통계적인 방법을 적용하여 평가의 신뢰성을 더욱 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 데이터의 수집시간이 1분을 초과하면 수집한 PPG 데이터내에서 전체 피크간 간격의 수가 50 이상인지를 판정하고, 최초 피크간 간격으로부터 25 번째 피크간 간격까지의 피크간 간격 시계열 데이터군을 데이터세트_1이라 정의하고, 그 다음 25 개에 해당하는 피크간 간격 시계열 데이터군을 데이터세트

_2, ... 데이터세트_n 등으로 정의하여 비교 데이터군이 두개이면 2 샘플 대응 t 검증을 실시하고, 비교 데이터군이 세개 이상이면 1 웨이 ANOVA 검증을 실시하여 p 값을 도출한다. 이때 도출된 p 값을 대상으로 0.05보다 크면 안정적이라 간주하고, 0.05보다 작으면 불안정상태로 판정한다. 뿐만 아니라, p 값에 의한 스트레스 정도 판정은 0.05를 기준으로 더 세분화하여 진행할 수 있다. 예를 들어, 다음 표 5의 조건식에 따라 스트레스 인덱스군을 4개 클래스로 분류하고, 비교 대상의 데이터군이 4개 클래스 중 특정 클래스의 조건식을 만족하면 해당 조건에 따라 스트레스 인덱스를 가감한다. 이때 구하여진 스트레스 인덱스를 SI_3이라 정의하고, 최대 100을 초과하지 않도록 한다.

<55> 【표 5】

클래스	조 건	스트레스 인덱스
A	$p \text{ 값} \geq 0.05$	$SI = SI - 20$
B	$0.01 \leq p \text{ 값} < 0.05$	$SI = SI + 15$
C	$0.001 \leq p \text{ 값} < 0.01$	$SI = SI + 25$
D	$p \text{ 값} < 0.001$	$SI = SI + 35$

<56> 다음, 95 단계에서는 맥동성분의 진폭평균값을 기준으로 하는 'Small AC Count %'를 계산한다. 그리고, 'Small AC Count %'가 일정 범위내에 존재하는지를 비교하여 스트레스 인덱스를 구한다. 예를 들어, 다음 표 6의 조건식에 따라 스트레스 인덱스군을 3개 클래스로 분류하고, 비교 대상의 데이터군이 3개 클래스 중 특정 클래스의 조건식을 만족하면 해당 조건에 따라 스트레스 인덱스를 가감한다. 이때 구하여진 스트레스 인덱스를 SI_4이라 정의하고, 최대 100을 초과하지 않도록 한다.

<57>

【표 6】

클래스	조 건	스트레스 인덱스
A	small AC count % ≤ 50	SI = SI - 20
B	$50 < \text{small AC count \%} \leq 60$	SI = SI + 15
C	$60 < \text{small AC count \%}$	SI = SI + 35

<58> 한편, PPG 데이터의 수집시간이 다소 길어지면 통계적인 방법을 적용하여 평가의 신뢰성을 더욱 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 데이터 수집시간이 1분을 초과하면 수집된 PPG 데이터내에서 전체 맥동성분의 수가 50 이상인지를 판정하고, 이를 만족하면 최초 맥동성분으로부터 25 번째 맥동성분까지의 맥동성분의 진폭 시계열 데이터군을 데이터세트_1이라 정의하고, 그 다음 25 개에 해당하는 맥동성분의 진폭 시계열 데이터군을 데이터세트_2, ... 데이터세트_n 등으로 정의하여 비교 데이터군이 두개이면 2 샘플 대응 t 검증을 실시하고, 비교 데이터군이 세개 이상이면 1 웨이 ANOVA 검증을 실시하여 p 값을 도출한다. 이때 도출된 p 값을 대상으로 0.05보다 크면 안정적이라 간주하고, 0.05보다 작으면 불안정 상태로 판정한다. 뿐만 아니라, p 값에 의한 스트레스 정도 판정은 0.05를 기준으로 더 세분화하여 진행할 수 있다. 예를 들어, 다음 표 7의 조건식에 따라 스트레스 인덱스군을 4개 클래스로 분류하고 비교대상의 데이터군이 4개 클래스 중 특정 클래스의 조건식을 만족하면 해당 조건에 따라 스트레스 인덱스를 가감한다. 이때 구하여진 스트레스 인덱스를 SI_5이라 정의하고, 최대 100을 초과하지 않도록 한다

<59>

【표 7】

클래스	조 건	스트레스 인덱스
A	$p \text{ 값} \geq 0.05$	$SI = SI - 20$
B	$0.01 \leq p \text{ 값} < 0.05$	$SI = SI + 15$
C	$0.001 \leq p \text{ 값} < 0.01$	$SI = SI + 25$
D	$p \text{ 값} < 0.001$	$SI = SI + 35$

<60> 상기와 같이 PPG 데이터 수집시간의 장단에 따라서 단기 스트레스 인덱스와 장기 스트레스 인덱스를 구할 수 있다. 단기 스트레스 인덱스(97)는 SI_1, SI_2, SI_4로, 장기 스트레스 인덱스(98)는 SI_1, SI_2, SI_3, SI_4, SI_5로 나타낸다. SI_1 내지 SI_5 각각의 스트레스 인덱스에 대한 최대값을 설정한 후, 이를 기반으로 스트레스 정도를 평가할 수 있다. 예를 들어, 계산의 편의상 SI_1 내지 SI_5 각각의 스트레스 인덱스에 대한 최대값을 100으로 두고, 다음 수학적식 2 및 수학적식 3과 같이 해당 스트레스 인덱스를 대상으로 스트레스 정도(Stress Index %)를 계산할 수 있다.

<61> [수학적식 2]

<62> 장기 Stress Index % = (장기 Stress Index 합 / 300) × 100

<63> [수학적식 3]

<64> 단기 Stress Index % = (단기 Stress Index 합 / 500) × 100

<65> 즉, 57 단계에서는 PPG 데이터의 수집시간의 장단에 따라서 장기 테스트와 단기 테스트로 분리하여 분석을 실시한다. 예를 들어, 단기 테스트는 데이터의 수집시간이 1분 이하일 경우로 하며, 장기 테스트는 1분을 초과할 경우로 분류할 수 있다.

<66> 다시 도 5로 돌아가서, 59 단계에서는 상기 57 단계에서 도출된 스트레스 인덱스 각 항목들과 최종적인 스트레스 정도(Stress Index %)를 표시한다. 표시하고자 하는 각

스트레스 인덱스 항목들은 필요에 따라 변경할 수 있으며, 스트레스 정도(Stress Index %)는 그 값이 일정 범위내에 존재하는지 유무를 판정함으로써 그 값과 함께 표시할 수 있다. 예를 들어, 도 10도의 예에서 보이는 분포에 따라 스트레스 정도를 평가한다. 즉, 43%를 기준으로 $\pm 10\%$ 범위내에서는 정상(Normal)으로 정의하고, 이 범위를 기준으로 % 스코어가 높아지면 스트레스 증가, % 스코어가 낮아지면 스트레스가 감소함으로써 릴렉스(Relax)를 취한 상태로 간주할 수 있다.

<67> 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 용적맥파를 이용한 인체 안정도 평가장치의 구성을 나타낸 블록도로서, PPG 측정부(101), 증폭 및 필터링부(103), 신호처리부(105), 저장부(107) 및 표시부(109)로 이루어진다.

<68> 도 11을 참조하면, PPG 측정부(101)는 도 7a 또는 도 7b에 도시된 바와 같이 측정 대상체가 삽입가능한 'ㄷ' 자 형태를 가지며, 손가락, 발가락 또는 귓볼 등과 같이 인체의 말초혈관이 많이 모여있는 부위에서 발생하는 PPG를 측정한다. 이때, 광원의 발광 온/오프 간격은 신호처리부(105)의 제어에 따라서 조절된다. 증폭 및 필터링부(103)는 PPG 측정부(101)로부터 제공되는 PPG 신호를 일정한 레벨로 증폭시킨 다음 필터링하여 잡음 성분을 제거한다.

<69> 신호처리부(105)는 증폭 및 필터링부(103)로부터 제공되는 신호로부터 특정 혈액성분과 반응한 PPG 신호를 추출하여 디지털 데이터로 변환한 다음, 소정 단위시간에 대하여 PPG의 맥동성분의 진폭, 기저선 분산범위 및 피크간 간격을 계산하고, 이들 PPG 파라미터를 이용하여 인체의 안정도를 평가한다. 신호처리부(105)에는 본 발명에 따른 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가방법을 실행할 수 있는 프로그램이 기록되어 있으며, 컴퓨터로 판독가능한 기록매체가 내장되어 있다.

- <70> 저장부(107)는 신호처리부(105)의 처리결과를 저장하고, 표시부(109)는 신호처리부(105)의 처리결과를 디스플레이하여 사용자에게 알려준다.
- <71> 한편, 본 발명에 따른 인체 안정도 평가장치는 PC와의 연결을 통하지 않고서도 PPG 측정부(101)에서 데이터를 전송하는 무선통신 방식을 채택하여 수신측으로부터 그 결과를 피드백받을 수 있도록 하거나, 무선통신 방식을 채택하지 않더라도 신뢰성있는 파라미터를 추출함으로써 알고리즘을 간략화하고 연산량을 감소시킴으로써 PPG 측정부(101)와 신호처리부(105)가 공존하는 스탠드 얼론(Stand Alone) 형으로 구현할 수 있다.
- <72> 상기한 본 발명의 실시에는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 예를 들면, PPG를 이용한 인체 안정도 평가방법은 맥동성분의 진폭, 피크간 간격 및 기저선 분산범위를 포함하는 PPG 파라미터를 정의하는 제1 프로그램, 측정하고자 하는 혈액성분과 반응하는 적어도 하나 이상의 파장의 광을 측정대상체에 조사하고, 상기 측정대상체로부터 PPG 신호를 소정의 단위시간동안 측정하는 제2 프로그램, 및 상기 제1 프로그램에 의해 정의된 PPG 파라미터에 근거하여, 상기 PPG 신호의 측정시간의 장단에 따라서 장기 테스트와 단기 테스트로 분리 실시하여 인체의 안정도를 평가하는 제3 프로그램을 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체에 기록시켜 구현할 수 있다. 한편, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플라피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터

시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

<73> 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있다.

【발명의 효과】

<74> 상술한 바와 같이 본 발명에 따르면, PPG 신호에 대하여 정의된 맥동성분의 진폭평균값, 피크간 간격의 평균값 및 기저선 분산범위를 이용하여 피검자의 스트레스 정도를 판단함으로써, 피검자에게 최대한의 편의성을 제공하면서도 그 분석의 신뢰성을 높일 수 있다.

<75> 또한, 본 발명에 따르면 손가락 뿐만 아니라 귓볼이나 인체의 말초혈관이 많이 분포된 부위를 통해서도 측정과 분석이 가능하도록 PPG 측정장치를 간소화 및 소형화할 수 있으며, 그 결과 PC를 사용하는 작업환경에서도 장시간 지속적으로 스트레스 정도를 측정할 수 있다.

<76> 이상 도면과 명세서에서 최적 실시예들이 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

(a) 맥동성분의 진폭, 피크간 간격 및 기저선 분산범위를 포함하는 PPG 파라미터를 정의하는 단계;

(b) 측정하고자 하는 혈액성분과 반응하는 적어도 하나 이상의 파장의 광을 측정 대상체에 조사하고, 상기 측정대상체로부터 PPG 신호를 소정의 단위시간동안 측정하는 단계; 및

(c) 상기 (a) 단계에서 정의된 PPG 파라미터에 근거하여, 상기 PPG 신호의 측정시간의 장단에 따라서 장기 테스트와 단기 테스트로 분리 실시하여 획득한 스트레스 인덱스를 이용하여 인체의 안정도를 평가하는 단계를 포함하는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가방법.

【청구항 2】

제1 항에 있어서, 상기 (c) 단계는 단기 또는 장기테스트인 경우

(c1) 상기 측정시간에 대하여 상기 맥동성분의 진폭평균값을 구하는 단계;

(c2) 상기 측정시간에 대하여 상기 기저선 분산범위와 상기 맥동성분의 진폭평균값을 비교하는 단계; 및

(c3) 상기 (c2) 단계에서의 비교결과, 상기 기저선 분산범위와 상기 맥동성분의 진폭평균값과의 관계에 따라서 상대적인 스트레스 인덱스를 산출하는 단계를 포함하는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가방법.

【청구항 3】

제1 항에 있어서, 상기 (c) 단계는 단기테스트인 경우

(c1) 상기 측정시간에 대하여 상기 피크간 간격의 평균값을 구하는 단계;

(c2) 상기 측정시간내의 전체 피크간 간격의 수에 대하여, 상기 피크간 간격의 평균값보다 작은 피크간 간격의 수와 상기 피크간 간격의 평균값보다 큰 피크간 간격의 수를 계수하는 단계;

(c3) 상기 피크간 간격의 평균값보다 큰 피크간 간격의 수와 상기 피크간 간격의 평균값보다 작은 피크간 간격의 수의 관계에 따라서 상대적인 스트레스 인덱스를 산출하는 단계를 포함하는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가방법.

【청구항 4】

제1 항에 있어서, 상기 (c) 단계는 장기테스트인 경우

(c1) 상기 측정시간에 대하여 포함된 전체 펄스에 대하여 상기 피크간 간격을 구하는 단계;

(c2) 상기 전체 피크간 간격에 대하여 소정 단위로 소정 갯수의 데이터군을 형성하는 단계;

(c3) 상기 형성된 데이터세트의 수에 따라서 소정의 통계적인 방법을 실시하는 단계; 및

(c4) 상기 (c3) 단계의 실시결과 도출되는 p 값의 크기에 따라서 인체의 스트레스 인덱스를 산출하는 단계를 포함하는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가방법.

【청구항 5】

제1 항에 있어서, 상기 (c) 단계는 단기테스트인 경우

(c1) 상기 측정시간에 대하여 상기 맥동성분의 진폭평균값을 구하는 단계;

(c2) 상기 측정시간내의 전체 맥동성분의 진폭평균값의 수에 대하여, 상기 맥동성분의 진폭평균값보다 작은 진폭평균값의 수와 상기 맥동성분의 진폭평균값보다 큰 진폭평균값의 수를 계수하는 단계;

(c3) 상기 맥동성분의 진폭평균값보다 큰 진폭평균값의 수와 상기 맥동성분의 진폭평균값보다 작은 진폭평균값의 수의 관계에 따라서 상대적인 스트레스 인덱스를 산출하는 단계를 포함하는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가방법.

【청구항 6】

제1 항에 있어서, 상기 (c) 단계는 장기테스트인 경우

(c1) 상기 측정시간에 대하여 포함된 전체 펄스에 대하여 상기 맥동성분의 진폭을 구하는 단계;

(c2) 상기 전체 맥동성분의 진폭에 대하여 소정 단위로 소정 갯수의 데이터군을 형성하는 단계;

(c3) 상기 형성된 데이터세트의 수에 따라서 소정의 통계적인 방법을 실시하는 단계; 및

(c4) 상기 (c3) 단계의 실시결과 도출되는 p 값의 크기에 따라서 인체의 스트레스 인덱스를 산출하는 단계를 포함하는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가방법.

【청구항 7】

제4 항 또는 제6 항에 있어서, 상기 통계적인 방법은 비교 데이터군이 두개이면 2 샘플 대응 t 검증을 실시하고, 비교 데이터군이 세개 이상이면 1 웨이 ANOVA 검증을 실시하는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가방법.

【청구항 8】

제1 항에 있어서, 상기 (c) 단계는

(c1) 상기 측정시간에 대하여 상기 맥동성분의 진폭평균값과 상기 피크간 간격의 평균값을 구하는 단계;

(c2) 상기 측정시간에 대하여 상기 기저선 분산범위와 상기 맥동성분의 진폭평균값을 비교하는 단계;

(c3) 상기 (c2) 단계에서의 비교결과, 상기 기저선 분산범위와 상기 맥동성분의 진폭평균값과의 관계에 따라서 상대적인 제1 스트레스 인덱스를 산출하는 단계;

(c4) 상기 측정시간내의 전체 피크간 간격의 수에 대하여, 상기 피크간 간격의 평균값보다 작은 피크간 간격의 수와 상기 피크간 간격의 평균값보다 큰 피크간 간격의 수를 계수하는 단계; 및

(c5) 상기 피크간 간격의 평균값보다 큰 피크간 간격의 수와 상기 피크간 간격의 평균값보다 작은 피크간 간격의 수의 관계에 따라서 상대적인 제2 스트레스 인덱스를 산출하는 단계를 포함하는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가방법.

【청구항 9】

제8 항에 있어서, 상기 (c) 단계는

(c6) 상기 측정시간내의 전체 맥동성분의 진폭평균값의 수에 대하여, 상기 맥동성분의 진폭평균값보다 작은 진폭평균값의 수와 상기 맥동성분의 진폭평균값보다 큰 진폭평균값의 수를 계수하는 단계; 및

(c7) 상기 맥동성분의 진폭평균값보다 큰 진폭평균값의 수와 상기 맥동성분의 진폭평균값보다 작은 진폭평균값의 수의 관계에 따라서 상대적인 제3 스트레스 인덱스를 산출하는 단계를 더 포함하는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가방법.

【청구항 10】

제1 항, 제8 항 및 제9 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 방법은

(d) 상기 (c) 단계에서 실시된 장기테스트 또는 단기테스트로부터 산출된 각 PPG 파라미터에 따른 스트레스 인덱스를 평균하여 최종 스트레스 인덱스로 결정하는 단계를 더 포함하는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가방법.

【청구항 11】

제10 항에 있어서, 상기 방법은 상기 (c) 단계 이전에

(e) 상기 (b) 단계에서 얻어진 PPG 신호의 고주파 잡음을 제거하기 위하여 저역통과필터링하는 단계를 더 포함하는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가방법.

【청구항 12】

제11 항에 있어서, 상기 방법은

(f) 상기 (c) 단계에서 얻어진 스트레스 인덱스 및 평가된 인체의 안정도를 디스플레이시키는 단계를 더 포함하는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가방법.

【청구항 13】

맥동성분의 진폭, 피크간 간격 및 기저선 분산범위를 포함하는 PPG 파라미터를 정의하는 제1 프로그램;

측정하고자 하는 혈액성분과 반응하는 적어도 하나 이상의 파장의 광을 측정대상체에 조사하고, 상기 측정대상체로부터 PPG 신호를 소정의 단위시간동안 측정하는 제2 프로그램; 및

상기 제1 프로그램에 의해 정의된 PPG 파라미터에 근거하여, 상기 PPG 신호의 측정시간의 장단에 따라서 장기 테스트와 단기 테스트로 분리 실시하여 인체의 안정도를 평가하는 제3 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

【청구항 14】

측정하고자 하는 혈액성분과 반응하는 적어도 하나 이상의 파장의 광을 측정대상체에 조사하고, 상기 측정대상체로부터 PPG 신호를 소정의 단위시간동안 측정하는 PPG 신호를 측정하는 PPG 측정부;

상기 PPG 측정부로부터 제공되는 PPG 신호를 일정한 레벨로 증폭시킨 다음 필터링하여 잡음 성분을 제거하는 증폭 및 필터링부; 및

맥동성분의 진폭, 피크간 간격 및 기저선 분산범위를 포함하는 PPG 파라미터를 정의하고; 정의된 PPG 파라미터에 근거하여, 증폭 및 필터링부로부터 제공되는 상기 PPG 신호의 측정시간의 장단에 따라서 장기 테스트와 단기 테스트로 분리 실시하여 획득한 스트레스 인덱스를 이용하여 인체의 안정도를 평가하는 신호처리부를 포함하는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가장치.

【청구항 15】

제14 항에 있어서, 상기 PPG 측정부는 측정대상체가 삽입가능한 'ㄷ' 자 형태의 투과형 또는 반사형 구조를 갖는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가장치.

【청구항 16】

제14 항에 있어서, 상기 신호처리부는

상기 측정시간에 대하여 상기 맥동성분의 진폭평균값과 상기 피크간 간격의 평균값을 구하는 제1 기능, 상기 측정시간에 대하여 상기 기저선 분산범위와 상기 맥동성분의 진폭평균값을 비교하는 제 2 기능, 및 상기 기저선 분산범위와 상기 맥동성분의 진폭평균값과의 관계에 따라서 상대적인 제1 스트레스 인덱스를 산출하는 제3 기능을 수행하는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가장치.

【청구항 17】

제16 항에 있어서, 상기 신호처리부는 상기 측정시간내의 전체 피크간 간격의 수에 대하여, 상기 피크간 간격의 평균값보다 작은 피크간 간격의 수와 상기 피크간 간격의 평균값보다 큰 피크간 간격의 수를 계수하는 제4 기능, 및 상기 피크간 간격의 평균값보다 큰 피크간 간격의 수와 상기 피크간 간격의 평균값보다 작은 피크간 간격의 수의 관계에 따라서 상대적인 제2 스트레스 인덱스를 산출하는 제5 기능을 더 수행하는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가장치.

【청구항 18】

제17 항에 있어서, 상기 신호처리부는 상기 측정시간내의 전체 맥동성분의 진폭평균값의 수에 대하여, 상기 맥동성분의 진폭평균값보다 작은 진폭평균값의 수와 상기 맥

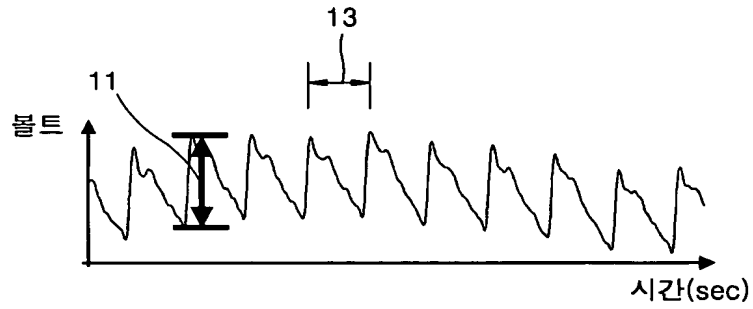
동성분의 진폭평균값보다 큰 진폭평균값의 수를 계수하는 제6 기능, 및 상기 맥동성분의 진폭평균값보다 큰 진폭평균값의 수와 상기 맥동성분의 진폭평균값보다 작은 진폭평균값의 수의 관계에 따라서 상대적인 제3 스트레스 인덱스를 산출하는 제 7 기능을 더 수행하는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가장치.

【청구항 19】

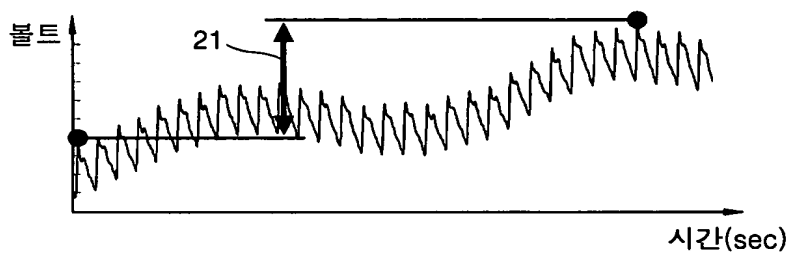
제16 항 내지 제18 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 신호처리부는 상기 분리실시된 장기테스트 또는 단기테스트로부터 산출된 각 PPG 파라미터에 따른 스트레스 인덱스들을 평균하여 최종 스트레스 인덱스로 결정하는 제8 기능을 더 수행하는 용적맥파를 이용한 인체의 안정도 평가장치.

【도면】

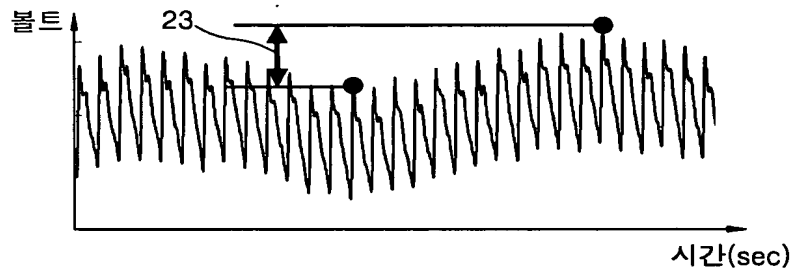
【도 1】



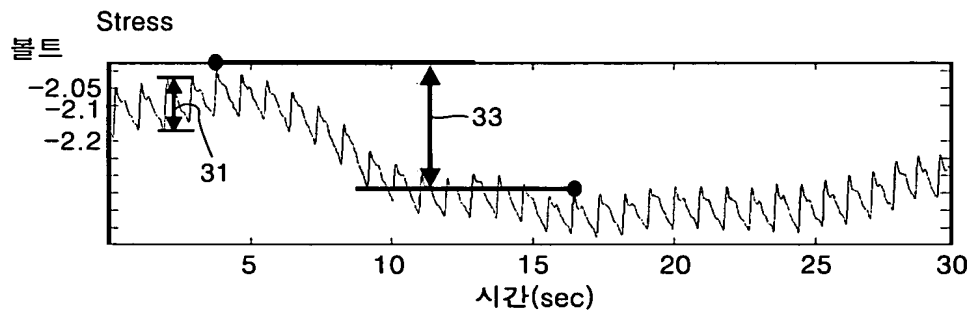
【도 2a】



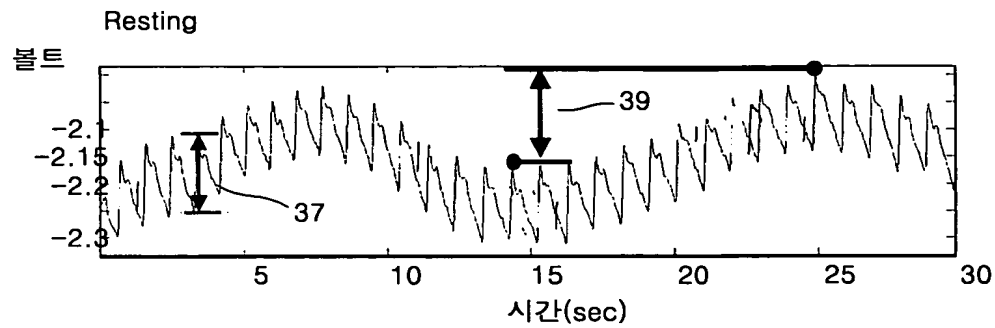
【도 2b】



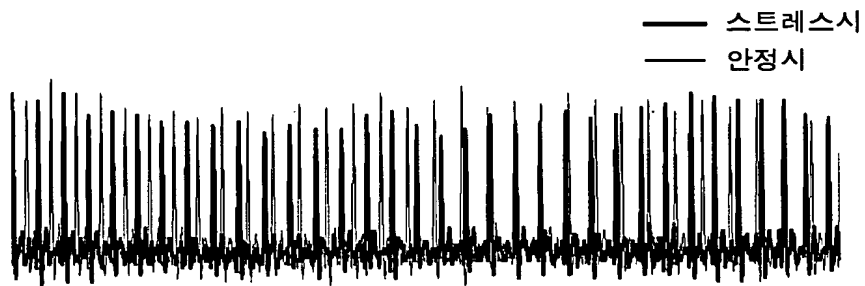
【도 3a】



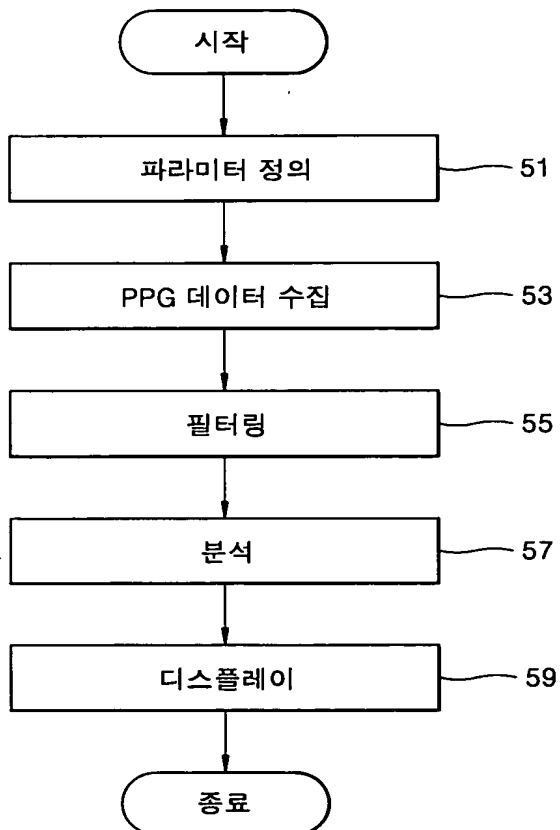
【도 3b】



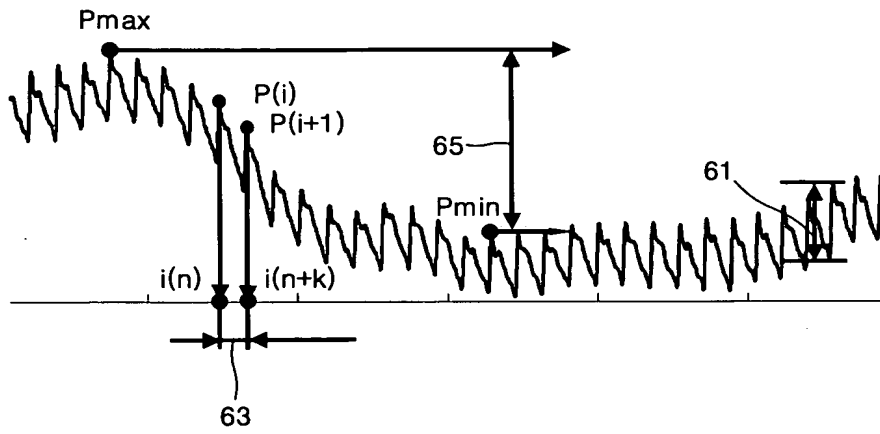
【도 4】



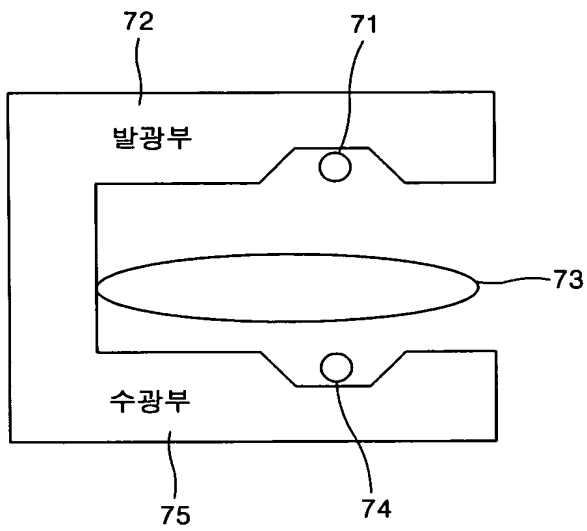
【도 5】



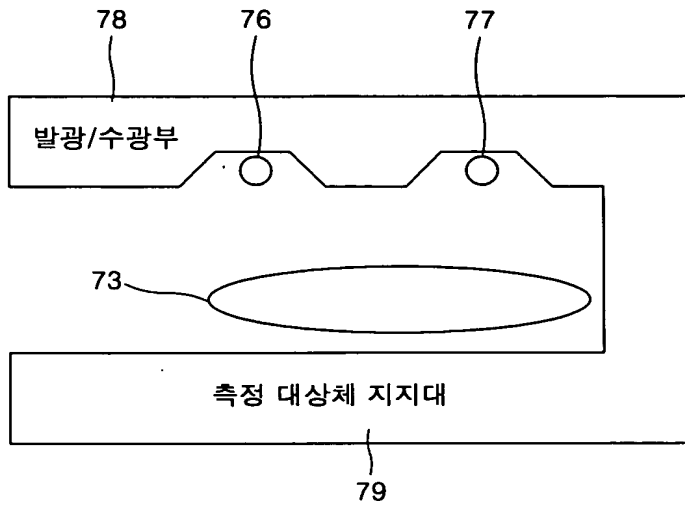
【도 6】



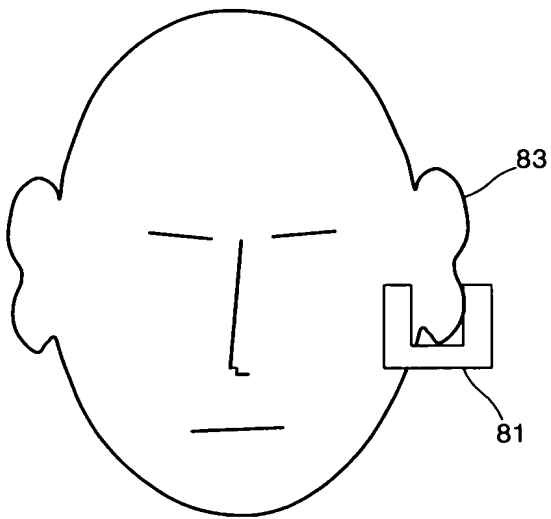
【도 7a】



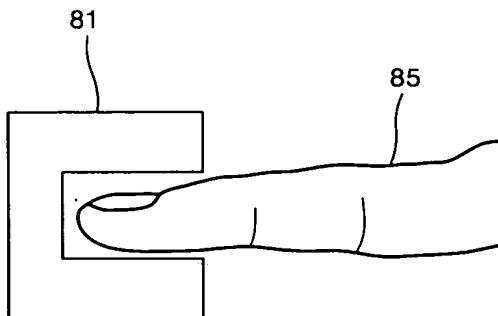
【도 7b】



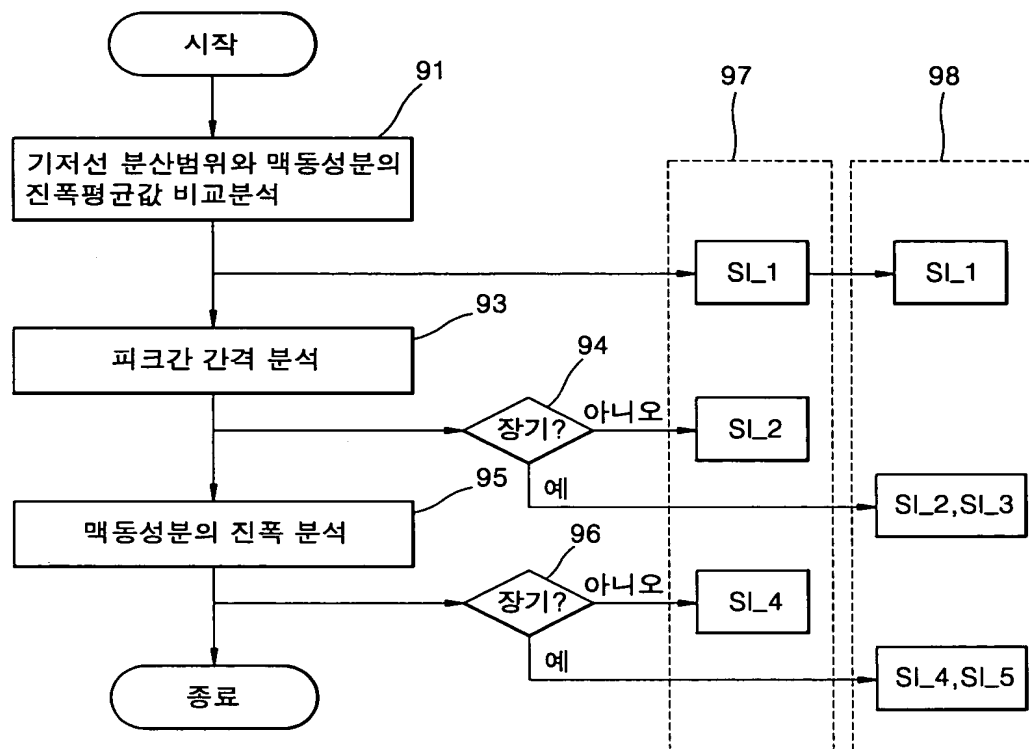
【도 8a】



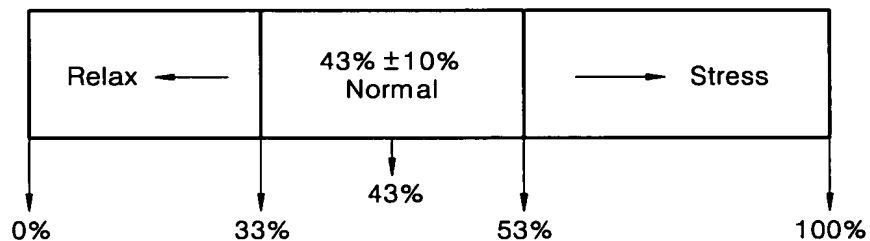
【도 8b】



【도 9】



【도 10】



【도 11】

